AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE OCUPAÇÃO HUMANA EM RELAÇÃO AO QUADRO NATURAL NA MICRO-BACIA DO CÓRREGO DA ABOLIÇÃO – BELO HORIZONTE/MG

Diego Rodrigues MACEDO [1]
Antonio Pereira MAGALHÃES JR [2]

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo sobre a realidade do processo de ocupação humana de uma micro-bacia hidrográfica na região norte do município de Belo Horizonte, marcada por uma particular fragilidade ambiental. A micro-bacia do Córrego da Abolição está inserida em uma área onde as condições naturais do terreno não são propícias para a ocupação humana, de acordo com o plano diretor do município. Além disto, a área se apresenta ocupada por uma população de baixa renda, que ali se instalou seduzida por loteadores populares, que se aproveitando da ausência de leis de regulação do uso e ocupação do solo em Belo Horizonte na década de 1970, criaram loteamentos sem infraestrutura básica e topograficamente incoerentes. O diagnóstico foi construído sob dois aspectos principais: a susceptibilidade/fragilidade natural, aqui considerada em relação aos eventos de inundações, erosão e escorregamentos, e a situação sócio-econômica da população residente. A susceptibilidade natural foi avaliada por meio dos aspectos geológicos, geomorfológicos e topográficos. A situação sócio-econômica foi avaliada por meio da construção de um índice de risco, constituído pelos indicadores de renda, escolaridade e número e idade dos habitantes por domicílios nos setores censitários inseridos na micro-bacia. Também foi realizado um estudo da evolução do uso e ocupação do solo desde a década de 1930, através de cartas e ortofotos. Dentre os resultados, obteve-se uma coleção de cartas temáticas, que indicam os graus riscos relativos a cada evento natural especifico, as áreas ideais ou inadequadas para ocupação humana, os setores censitários com seus níveis de risco associados ao perfil dos habitantes e um mapa final, que consiste em uma sobreposição dos fatores físicos com os de ocupação, que tenta ajustar os riscos naturais com realidade da ocupação humana. Este material pode fornecer subsídios importantes para a definição de áreas prioritárias para políticas racionais de ocupação e proteção ambientais.

INTRODUÇÃO

A humanidade sempre se preocupou em conhecer o espaço ao seu redor, modificando-o e alterando o ambiente de forma significativa. Nas últimas décadas essas alterações se tornaram mais intensas devido, em parte, à intensa modernização dos processos produtivos, ao crescente aumento populacional e sua concentração nos centros urbanos, assim como ao intenso processo de industrialização estabelecido, principalmente, a partir do pós-guerra. No Brasil, este processo se iniciou principalmente após a década de 1950, e intensifica-se na década de 1970.

A intensificação dos processos de alteração do espaço não é acompanhada por um modelo de desenvolvimento sustentavel em longo prazo, mas sim pelas pressões humanas associadas a atividades economicas diversas. Entre as várias conseqüências, sobretudo nos centros urbanos, observa-se à ocupação de áreas não propicias para tal, devido à fragilidade ambiental inerente destas. Deve-se ressaltar, que dentro do processo de

[1] Universidade Federal de Minas Gerais, Pós-graduando em Geoprocessamento, diego@escandinavia.net
[2] Universidade Federal de Minas Gerais, Professor Doutor do Dep. de Geografia, apmagalhaes@ufmg.br

construção do espaço, estas áreas são, sobretudo destinadas a uma população de baixa renda e baixa escolaridade, que não possuem estrutura financeira e educacional para atenuar as imposições que o meio as coloca. Portanto, a degradação ambiental acompanha esta tendência de modernização intensa dos processos produtivos, principalmente na região Sudeste brasileira.

As áreas de risco de ocupação humana, destacando-se os riscos relacionados a enchentes, movimentos de massa e processos erosivos, são áreas que apresentam um quadro de fragilidade ambiental que é potencializado por processos de ocupação desordenados, constituindo-se como áreas onde a atuação do geógrafo é de grande importância.

Este trabalho visou realizar um levantamento e estudo da realidade ambiental de uma área intensamente ocupada e degradada em Belo Horizonte: a micro-bacia do Córrego da Abolição, região norte do município.

Ao analisar alguns estudos ambientais realizados por geógrafos (AUGUSTIN & SAADI 1985; ROSS 1996; ALMEIDA, 1997, *in* ALMEIDA & GUERRA, 2001; SALGADO et al. 2003), nota-se uma certa semelhança entre suas metodologias, principalmente no que tange a análise integrada dos fatores naturais e antrópicos que influenciam na dinâmica do meio. Portanto, para este estudo adotou-se uma abordagem integrada, onde os fatores naturais foram observados juntamente com os fatores referentes a ocupação humana da área. Este estudo originou uma coleção de mapas, que teve como resultado final um mapa de risco, gerado pela sobreposição de dois tipos de informações: as características físicas do terreno e às características de ocupação deste

Quando se trata de áreas de risco no Brasil, estas são principalmente associadas aos movimentos de massa, mais efetivamente aos escorregamentos. Entretanto, deve-se também observar os riscos causados pelas enchentes e de focos erosivos, tornando o conceito de risco mais amplo. Para a avaliação do risco de uma área deve-se levar em conta, além da predisposição natural, as condições da ocupação humana, pois não há razão de se falar em risco onde esta efetivamente não ocorra.

A bacia estudada pertence ao município de Belo Horizonte, apresentando uma situação de risco eminente (figura 1). Sua população é, segundo os dados do censo de 2000, de aproximadamente 11.000 habitantes, distribuídos em cerca de 2.700 domicílios, levando-a possuir uma média de quatro habitantes por residência. A renda média do chefe de família é de cerca de R$ 465,00 mensais, enquanto em Belo Horizonte, segundo os dados do mesmo ano, os chefes de família, possuíam uma renda média de cerca de R$ 1420,00 mensais, o que ilustra o quanto a população da região é carente comparada ao restante do município.

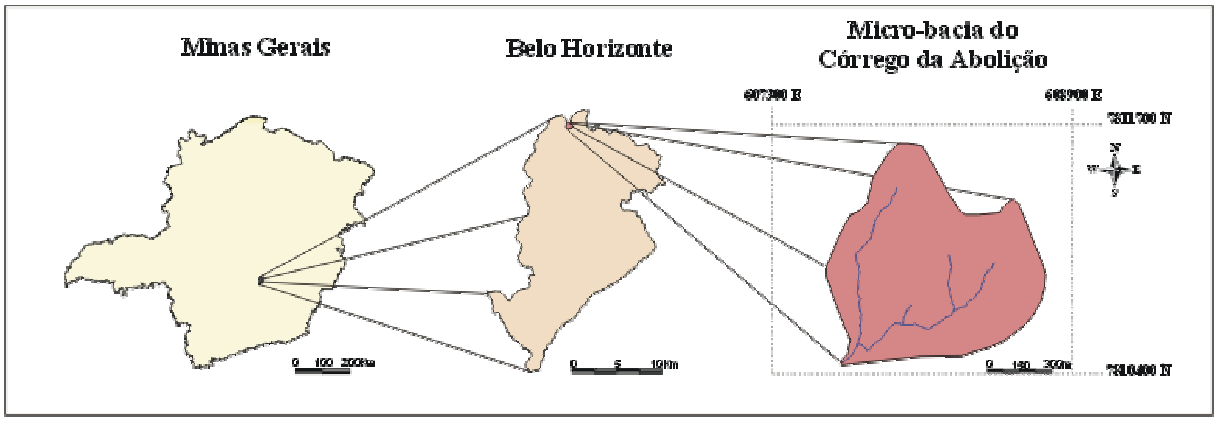

Figura 1. Localização da micro-bacia do Córrego da Abolição.

METODOLOGIA

Para avaliar a predisposicão natural ao risco, foi elaborado um mapa de fragilidade ambiental, composto por três componentes físicos naturais: geologia, declividade e geomorfologia (morfologia e processos morfodinamicos).

O mapa geológico foi copilado de SILVA et al. (1995), originalmente elaborado na escala 1:25.000. As informações são apresentadas na tabela 1:

Tabela 1. Geologia.

Geologia	Sigla
Rocha básica ou metabásica	rb
Gnaisse de granulação grossa a muito Grossa	gng
Gnaisse bandado	gg

Fonte: SILVA et al., 1995.

O mapa de classes de declividade foi elaborado escolhendo-se 4 classes baseadas na legislação que regula a ocupação dos solos no município de Belo Horizonte (leis 7.166/96 e 8.137/2000): 0-5%, 5-30%, 30-47% e acima de 47%. A tabela 2 relaciona estas classes com os usos previstos em lei:

Tabela 2. Classes de declive e ocupação recomendada.

Classes de declive	Ocupação recomendada
0-5%	Ocupação preferencial, exceto em planície fluviais
5-30%	Ocupação recomendada
30-47%	Ocupação apenas deve se realizar mediante laudo geotécnico
>47%	Ocupação não deve ocorrer

Fonte: BELO HORIZONTE, 1996, 2000.

O mapa geomorfológico foi elaborado com bases nas fotografias aéreas do município de Belo Horizonte, na escala de 1:8.000, onde foram delimitadas as formas de relevo predominantes, divididas em sete classes: topos suavemente arredondados, patamares aplainados, vertentes com perfil convexo, segmento de vertente com o perfil côncavo, anfiteatro, rampas de colúvio e planície de inundação. A tabela 3 relaciona as formas de relevo e suas formações superficiais:

Tabela 3. Geomorfologia.

Forma de relevo	Formação inferida	Sigla
Topo suavemente arredondado	Elúvio	tE
Vertente com perfil convexo	Elúvio	cvE
Patamar aplainado	Elúvio	paE
Segmento de vertente com perfil côncavo	Elúvio	ccE
Anfiteatro	Elúvio	aE
Rampa de colúvio	Colúvio	rC
Planície de inundação	Alúvio	plA

Fotointerpretação: Diego Rodrigues Macedo

Realizou-se uma sobreposição dos mapas geológico, geomorfológico e de declividade, resultando em um mapa de fragilidade ambiental. Considera-se que os níveis de risco natural associados são relativos apenas às características físicas contidas dentro da micro-

bacia, ou seja, a categorização de um risco como alto, médio ou baixo é válido somente no contexto da área de estudo. Deste modo, uma área que possui um risco baixo pode ser considerada de risco alto, se comparada com outras regiões da cidade.

Para se obter o quadro de risco, foi necessário realizar uma ponderação subjetiva da combinação dos três fatores ambientais. As áreas planas (0-5% de declividade) são indicadas para a ocupação humana, desde que não façam parte de planícies de inundação. Já as áreas acima de 47% são bastante susceptíveis aos movimentos de massa e a erosão. Considerou-se, portanto, que os riscos de erosão e movimentos de massa aumentam conforme aumenta a declividade do terreno. Áreas que contenham rochas básicas e metabásicas tendem a formar um manto de intemperismo mais resistente aos processos erosivos do que as áreas onde o substrato é composto por gnaisses. Tratando-se das formações superficiais, considerou-se que as áreas de colúvio são mais susceptíveis aos movimentos de massa. Anfiteatros e vertentes côncavas concentram os fluxos d'água, tornando estas áreas mais susceptíveis a erosão e aos movimentos de massa, principalmente quando desprovidas de cobertura vegetal. As planícies correm riscos de enchentes, mas riscos baixos em relação aos movimentos de massa. A tabela 4 representa as classes de risco, referentes a associação dos componentes físicos:

Tabela 4. Fragilidade ambiental.

Componente físico natural			Risco associado			Classe de fragilidade ambiental
Geomorfologia	Geologia	Declive	Inundação	Escorregamento	Erosão	
tE	gng	0-5%	desprezível	desprezível	desprezível	A
tE	gng	5-30%	desprezível	baixo	baixo	B
cvE	gng	0-5%	desprezível	desprezível	desprezível	A
cvE	gng	5-30%	desprezível	baixo	baixo	B
cvE	gng	30-47%	desprezível	médio	médio	C
cvE	gng	>47%	desprezível	médio	alto	H
cvE	rb	5-30%	desprezível	médio	baixo	E
cvE	rb	30-47%	desprezível	alto	médio	F
cvE	rb	>47%	desprezível	alto	alto	D
paE	gng	0-5%	desprezível	desprezível	desprezível	A
paE	gng	5-30%	desprezível	baixo	baixo	B
ccE	gng	5-30%	desprezível	baixo	médio	G
ccE	gng	30-47%	desprezível	médio	alto	H
ccE	gng	>47%	desprezível	alto	alto	D
aE	gng	30-47%	desprezível	médio	alto	H
aE	gng	>47%	desprezível	alto	alto	D
aE	rb	30-47%	desprezível	alto	médio	F
aE	rb	>47%	desprezível	alto	alto	D
rC	gng	0-5%	desprezível	desprezível	desprezível	A
rC	gng	5-30%	desprezível	médio	baixo	E
rC	gng	30-47%	desprezível	alto	médio	F
rC	gng	>47%	desprezível	alto	alto	D
plA	gng	0-5%	alto	desprezível	desprezível	I
plA	gng	5-30%	médio	médio	baixo	J

Para facilitar a leitura do mapa de fragilidade ambiental, foi elaborado uma tabela síntese (tabela 5):

Tabela 5. Fragilidade ambiental: síntese.

Classe de fragilidade ambiental	Risco associado		
	Inundação	Escorregamento	Erosão
A	desprezível	desprezível	Desprezível
B	desprezível	baixo	Baixo
C	desprezível	médio	médio
D	desprezível	alto	alto
E	desprezível	médio	baixo
F	desprezível	alto	médio
G	desprezível	baixo	médio
H	desprezível	médio	alto
I	alto	desprezível	desprezível
J	médio	desprezível	baixo

A partir do mapa de fragilidade ambiental, foi elaborado um mapa de predisposição natural ao risco, onde as 10 classes iniciais foram agrupadas em apenas três. As classes associadas a altos riscos, em qualquer processo, foram agrupadas em uma classe onde não se recomenda a ocupação humana. As classes onde os riscos são desprezíveis ou baixos em todos os processos, foram agrupadas em uma classe onde a ocupação pode se realizar. As demais combinações entre os riscos médios e os riscos baixos foram agrupadas em uma classe onde a ocupação humana deveria ocorrer com ressalvas, como descrito na tabela 6:

Tabela 6. Condições para ocupação.

Classe de risco	Nível de risco	Recomendação à ocupação
A,B	Baixo	Ocupação pode se realizar
C,E,G,J	Médio	Ocupação deve ser feita com ressalvas
D,F,H,I	Alto	Ocupação não deve se realizar

Para caracterizar os riscos associados aos processos de urbanização desordenados, foi elaborado um *índice de risco*, baseado nos dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), onde a unidade de análise é o setor censitário. Deve-se ressaltar que os limites dos setores censitários não respeitam os limites da micro-bacia. Desta maneira, os setores censitários abrangidos pelos limites da micro-bacia foram separados de maneira arbitrária, em que os dados absolutos foram divididos na proporção da área restante do setor censitário dentro da micro-bacia, e os dados relativos foram mantidos como no original.

O índice de risco foi desenvolvido levando em consideração três características da população local: “média de anos de estudo do chefe de família”, “renda média do chefe de família” e “número de pessoas residentes por casa e suas faixas etárias”. A “média de anos de estudo do chefe de família” (tabela 7) é considerada inversamente proporcional ao índice de risco (inferiu-se que pessoas com mais anos de estudo possuem uma consciência maior para a ocupacao do terreno). No caso da “renda média do chefe de família” (tabela 7) -os valores são referentes ao salário mínimo em 2000, ano do censo, que era de R$ 151,00- considerou-se que quanto maior a renda, melhor a qualidade da habitação, sendo, portanto um fator inversamente proporcional ao grau de risco.

Os dados referentes ao número de pessoas residentes por domicílio e suas faixas etárias foram tratados estatisticamente, criando-se uma única coluna referente aos habitantes (“pessoas”). Esta foi elaborada considerando que crianças até seis anos e idosos acima de 65 anos (classe 1, tabela 7) geralmente não possuem atividades fora de casa, além de possuírem menor capacidade motora, levando-os a possuir maiores chances de estarem em casa caso aconteça algum desastre; considerou-se ainda que crianças acima de 7 anos e adolescentes até os 18 anos (classe 2, tabela 7) estudam em meio-horário, ficando, desta

forma, menos tempo em casa, ao contrario das pessoas entre 19 e 65 anos (classe 3, tabela 7), que trabalham o dia inteiro ficando, conseqüentemente, menos tempo em casa. A variável "pessoas" é diretamente proporcional ao grau de risco.

Tabela 7. Dados gerais.

Nº do Setor	Média de anos de estudo do responsável	Renda média do responsável	Número de pessoas por domicílio	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)
60.69-0115	5,15	388,18	4,08	18,67	23,48	57,85
60.69-0116	5,86	445,54	3,90	16,26	22,17	61,56
60.69-0118	9,00	906,89	2,96	18,94	14,83	66,23
60.69-0119	9,45	818,75	2,85	16,70	17,05	66,24
60.69-0207	4,81	333,59	3,83	17,54	20,04	62,42
60.69-0208	4,96	354,00	3,76	16,86	21,28	61,86
60.69-0209	4,92	377,50	3,76	17,06	22,21	60,73
60.69-0210	4,86	395,70	3,88	16,11	21,40	62,48
60.69-0211	4,55	390,08	3,56	14,23	24,56	61,21
60.69-0212	4,32	300,30	3,85	14,90	25,96	59,14
60.69-0213	5,55	458,25	3,88	20,50	22,50	56,98
60.69-0214	4,56	308,35	4,05	17,59	26,42	56,00
60.69-0215	4,60	376,16	3,93	18,03	26,00	55,97
60.69-0216	5,27	521,81	3,81	15,98	20,74	63,28
60.69-0217	5,77	477,43	4,02	18,12	26,15	55,73

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Para construir a variável "pessoas" (tabela 8) atribui-se pesos as classes 1, 2 e 3, em que a classe 1 (maior tempo de permanencia em casa e menor capacidade motora) obteve peso 3; a classe 2 (menor tempo de permanencia em casa do que a primeira classe), obteve peso 2, e a classe 3 obteve peso 1, pois estas pessoas ficam menos tempo em casa.

Tabela 8. Pessoas.

Nº do Setor	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média	Nº de pessoas por domicílio	Pessoas
60.69-0115	56,01	46,96	57,85	51,49	4,08	210,06
60.69-0116	48,78	44,34	61,56	46,56	3,90	181,58
60.69-0118	56,82	29,66	66,23	43,24	2,96	127,99
60.69-0119	50,10	34,10	66,24	42,10	2,85	119,99
60.69-0207	52,62	40,08	62,42	46,35	3,83	177,52
60.69-0208	50,58	42,56	61,86	46,57	3,76	175,10
60.69-0209	51,18	44,42	60,73	47,80	3,76	179,73
60.69-0210	48,33	42,80	62,48	45,57	3,88	176,79
60.69-0211	42,69	49,12	61,21	45,91	3,56	163,42
60.69-0212	44,70	51,92	59,14	48,31	3,85	185,99
60.69-0213	61,50	45,00	56,98	53,25	3,88	206,61
60.69-0214	52,77	52,84	56,00	52,81	4,05	213,86
60.69-0215	54,09	52,00	55,97	53,05	3,93	208,47
60.69-0216	47,94	41,48	63,28	44,71	3,81	170,35
60.69-0217	54,36	52,30	55,73	53,33	4,02	214,39

Em seguida calculou-se a média das três classes, em cada setor censitário e a multiplicou pelo número de pessoas por domicilio (tabela 8).

Padronizou-se os dados das colunas (pessoas, anos de estudo do responsável e renda média do responsável), atribuindo-se 1 ao maior valor, e calculando-se os valores abaixo deste proporcionalmente, por meio de regra de três simples, obtendo os valores apresentados na tabela 9:

Tabela 9. Dados padronizados.

Nº do Setor	Pessoas (A)	Média de anos de estudo do responsável (B)	Renda média do responsável (C)
60.69-0115	0,980	0,54	0,43
60.69-0116	0,847	0,62	0,49
60.69-0118	0,597	0,95	1,00
60.69-0119	0,560	1,00	0,90
60.69-0207	0,828	0,51	0,37
60.69-0208	0,817	0,52	0,39
60.69-0209	0,838	0,52	0,42
60.69-0210	0,825	0,51	0,44
60.69-0211	0,762	0,48	0,43
60.69-0212	0,868	0,46	0,33
60.69-0213	0,964	0,59	0,51
60.69-0214	0,998	0,48	0,34
60.69-0215	0,972	0,49	0,41
60.69-0216	0,795	0,56	0,58
60.69-0217	1,000	0,61	0,53

Para a obtenção do índice de risco, multiplicou-se os dados da coluna “pessoas” pelo inverso das colunas “média de anos de estudo do responsável” e “renda média do responsável” (A*1/B*1/C), em cada setor censitário. Padronizou-se o resultado, da mesma maneira anteriormente descrita (tabela 10).

Tabela 10. Índice de risco.

Nº do Setor	Índice de risco
60.69-0115	0,69
60.69-0116	0,46
60.69-0118	0,10
60.69-0119	0,10
60.69-0207	0,73
60.69-0208	0,66
60.69-0209	0,64
60.69-0210	0,60
60.69-0211	0,61
60.69-0212	0,94
60.69-0213	0,53
60.69-0214	1,00
60.69-0215	0,79
60.69-0216	0,41
60.69-0217	0,51

Para confeccionar o mapa de índice de risco os dados foram divididos em três classes de risco de ocupação: até 0,1 (risco baixo); 0,41-0,69 (risco moderado); e 0,73-1 (risco alto). Deve-se ainda destacar que no mapa, o número dos setores censitários foi abreviado, mantendo apenas os três últimos algarismos.

O mapa final deste estudo é decorrente da sobreposição da predisposição natural ao risco com o índice de risco. O resultado foi o mapa de risco final da micro-bacia.

A melhor maneira encontrada para a confecção das classes de risco resultantes da sobreposição entre fatores naturais e a ocupação humana foi cruzando suas variáveis, e ponderando o quanto uma variável pode compensar a outra.

Se o risco relacionado ao fator natural for baixo e ao de índice de risco também, fica fácil deduzir que esta região terá um risco final muito baixo. Da mesma maneira que uma predisposição alta e uma ocupação desordenada pode criar uma situação de altíssima instabilidade. Mas, uma área de predisposição natural baixa pode proporcionar um risco médio, caso a ocupação seja mal planejada, da mesma maneira que uma área de alta predisposição natural, com uma ocupação menos problemática pode ter o risco final diminuído.

Deve-se levar em conta que a junção do fator natural com a característica da ocupação indicará o risco final, de maneira que um equilibre o outro. Desta maneira, a figura 2 ilustra as classes de risco do mapa final, por meio de uma matriz de correlação entre a predisposição natural ao risco e o índice de risco. O índice de risco aumenta no sentido vertical, enquanto a predisposição natural ao risco sobe no sentido horizontal. O risco final sobe a medida que estas variáveis aumentam.

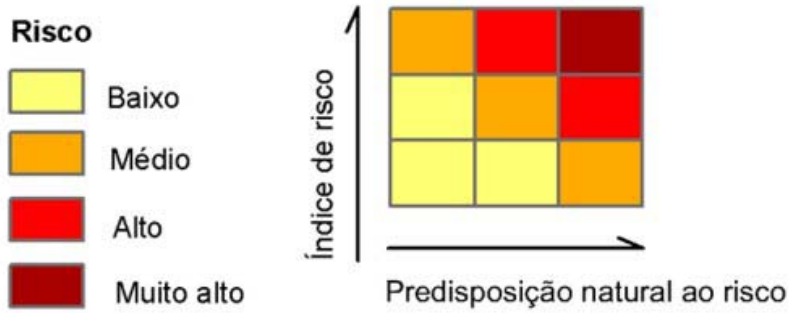

Figura 2. Matriz de correlação entre a predisposição natural ao risco e índice de risco.

Foram escolhidas quatro classes de risco: baixo, médio, alto e altíssimo. A classe que seria a correspondente ao risco muito baixo (predisposição natural ao risco baixa + índice de risco baixo) representava apenas 0,05% da área total da micro-bacia, sendo portanto incorporada a classe de risco baixo.

QUADRO FISOGRÁFICO

A área de estudo pertence à unidade geologica pré-cambriana denominada Complexo Granito-Gnáissico, no conjunto morfoestrutural da Depressão Belo Horizonte, onde predomina o relevo de colinas suavizadas. Ocorrem gnaisses de granulação grossa a muito grossa, com predomínio de minerais claros, sendo este sub-aflorante nas áreas do espigão que se ergue no sentido N-S, correspondente ao interflúvio à leste. Ocorrem também rochas básicas e metabásicas na porção norte da área, muitas vezes na forma de blocos desagregados envoltos pelo manto de alteração, comprometendo a estabilidade do terreno (SILVA et al, op. cit.) (figura 4).

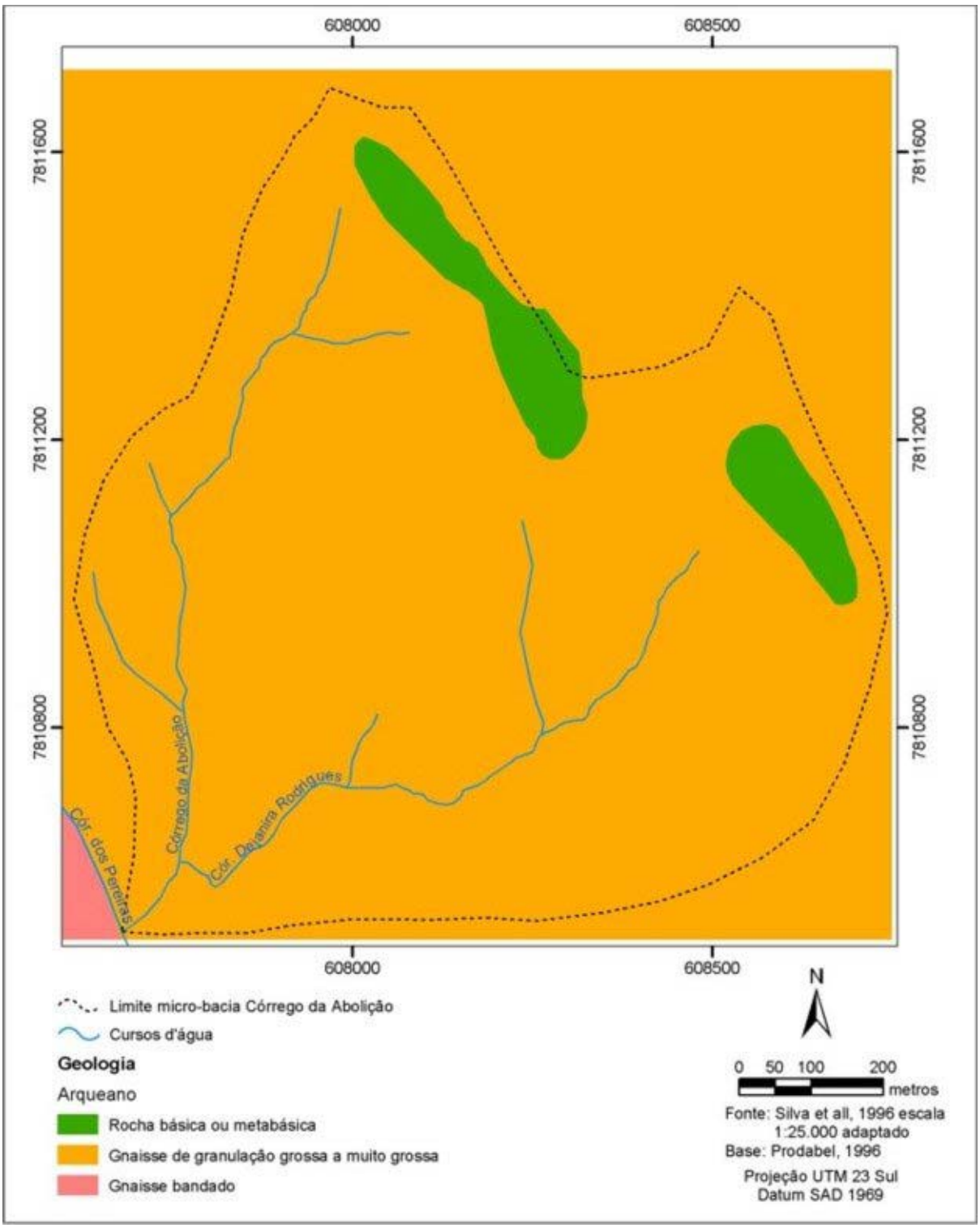

Figura 4. Geologia.

A micro-bacia possui altitudes médias variando entre 770-950m, onde predominam a oeste as colinas de topo suave e encostas convexas, em alguns casos terminando com a base íngreme gerada pela dissecação fluvial das áreas gnáissicas. A leste ergue-se o já citado espigão, com topo suavizado e vertentes convexas. Entres estas duas unidades, ocorre um anfiteatro de encostas côncavas e drenagem convergente. Segundo SILVA et al. (op. cit), nas baixas encostas são encontrados depósitos coluviais inconsolidados que interagem à jusante com sedimentos aluviais (figura 5). A área apresenta solos de baixa evolução pedológica ao norte e zonas caracterizadas por espesso manto de intemperismo, de caráter mais argiloso ao sul (SILVA et al., op. cit.).

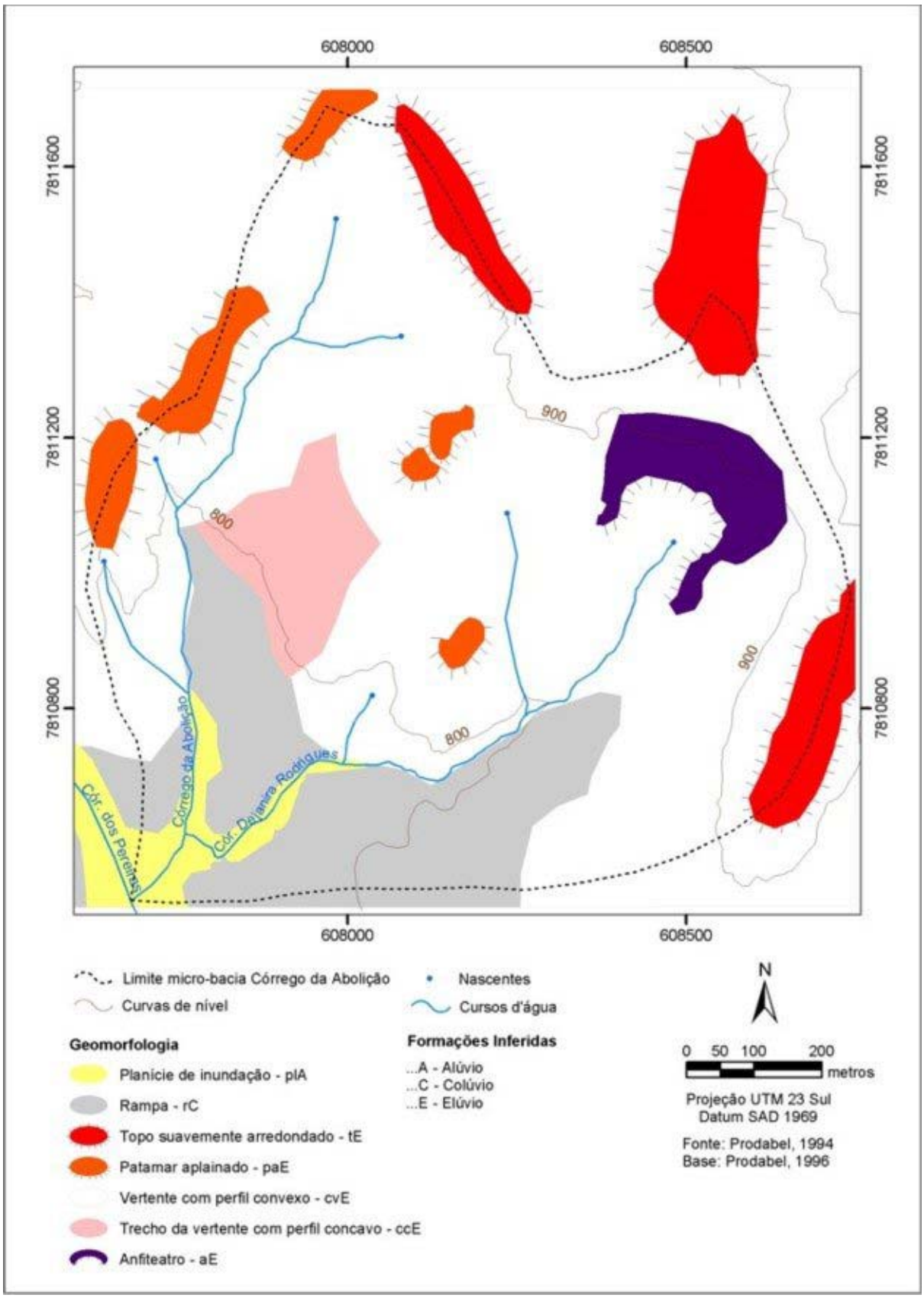

Figura 5. Geomorfologia.

Observa-se na micro-bacia declividades elevadas, destacando-se áreas onde esta varia entre 30% e 47%, e em alguns casos ultrapassando os 47% (figura 6).

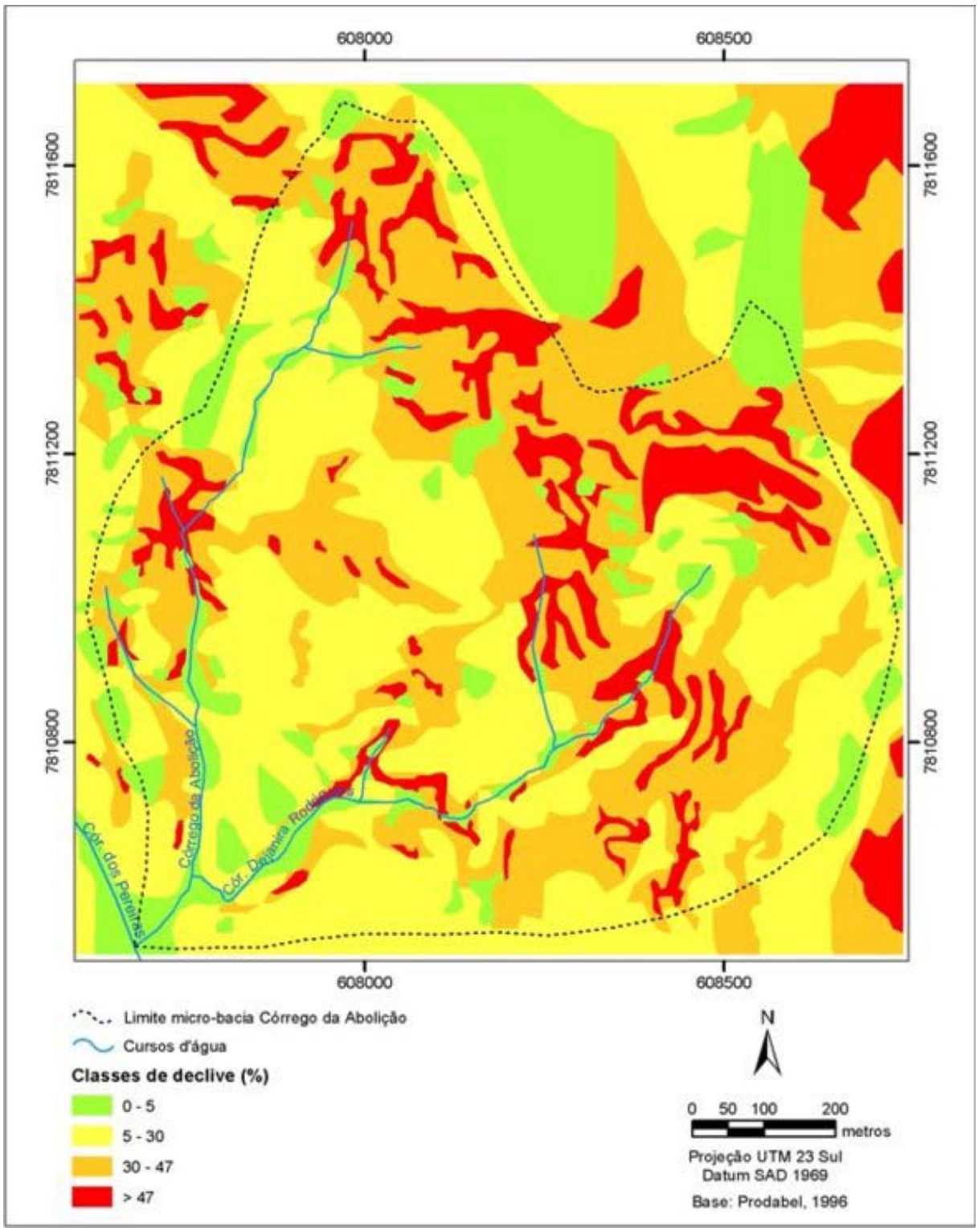

Figura 6. Classes de declividade.

A rede de drenagem local possuí um padrão dendrítico, onde os cursos d'água se apresentam em trechos retilíneos controlados por estruturas do embasamento. As áreas de cabeceiras se apresentam encaixadas, formando cursos d'água com alto gradiente de energia. Os córregos se apresentam em leito natural, em alguns pontos interceptados pelas vias. Observa-se o despejo de efluentes domésticos diretamente nos cursos d'água, aumentando o fluxo original.

A cobertura vegetal da área de estudo é composta por remanescentes bastante alterados dos biomas cerrado e mata atlântica. O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classifiacação de Köppen (tropical de altitude com inverno seco e verão chuvoso). As

temperaturas médias atuais são superiores a 18ºC. Belo Horizonte apresenta índices pluviométricos anuais médios de 1.515 mm, com 89% distribuídos entre outubro e março.

ASPECTOS DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO ESPACIAL LOCAL

A micro-bacia do Córrego da Abolição teve sua ocupação diretamente ligada a dois momentos distintos da construção do espaço em Belo Horizonte. O primeiro momento, onde foram ocupadas as áreas ao sul da micro-bacia (também as mais baixas topograficamente), são decorrente da migração dos habitantes do Curral Del Rey para a Região de Venda Nova ainda no fim do século XIX. O segundo ocorreu na década de 1970, onde a antiga Fazenda dos Pereiras foi transformada em loteamento popular, e apenas as vias de acesso foram abertas; a água era inicialmente captada nas nascentes da região e os esgotos jogados livremente nos cursos d'água. Os terrenos correspondem a lotes de 360 m^2 em média, mas não foram restringidos em relação à declividade.

Analisando alguns documentos cartográficos disponíveis, pode-se observar a evolução da mancha urbana na micro-bacia em 4 momentos: 1936, 1953, 1977 e 1999 (figura 7).

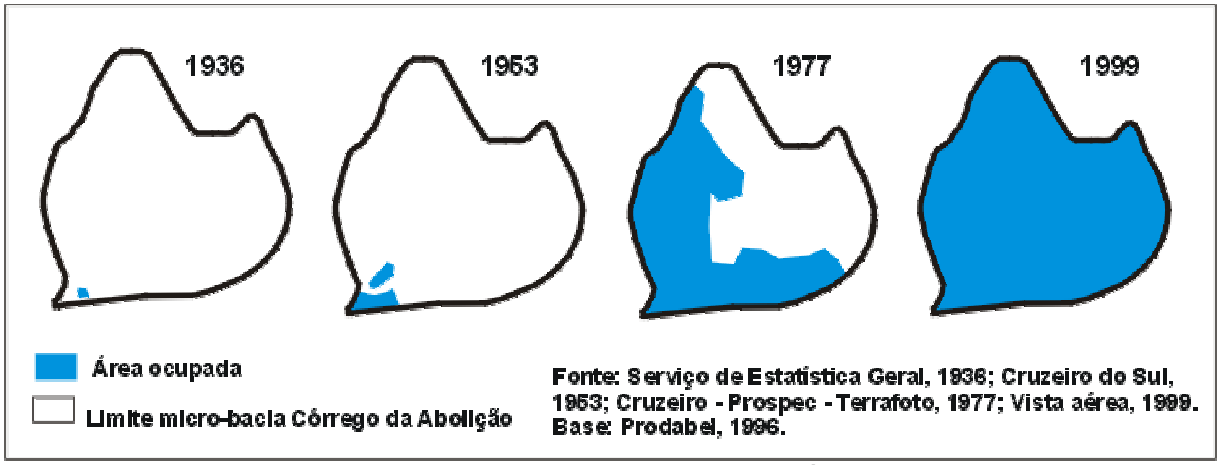

Figura 7. Evolução da ocupação na micro-bacia do Córrego da Abolição.

Em 1936, no mapa "Município de Bello Horizonte", observa-se apenas a ocupação pontual na confluência do Córrego da Abolição com o Córrego dos Pereiras. Neste momento as intervenções humanas que mais se destacavam na paisagem eram as estradas.

Observa-se a partir da década de 1950 o aumento da ocupação humana na micro-bacia, onde a mancha urbana concentrava-se no exultório desta. Nas fotografias aéreas de 1953, observa-se que cerca de 5 % da área era ocupada por edificações.

Em 1977, a folha "Venda Nova" mostra as áreas de construção urbana sendo diferenciadas das áreas loteadas. Nota-se no documento que a área loteada já ocupava mais de 60% da área total da micro-bacia, predominantemente em sua jusante e em seus interflúvios.

Nota-se que as áreas ao sul foram mais intensamente ocupadas desde o início deste processo, enquanto apenas na década de 1980 as partes mais ao norte (também as mais elevadas), foram ocupadas. Na década de 1990, ocorreu o adensamento da área de duas maneiras: com a construção em lotes ainda vagos, respondendo pela menor parte; e com o aumento da área construída nos lotes ao longo do tempo, pois na região é comum a construcao de residencias em periodos que levam varios anos.

A prefeitura reconhece a região como pertencente à "cidade legal", e onde ocorrem investimentos como infraestrutura (pavimentação, saneamento básico, abastecimento de água, energia elétrica e telefone), mesmo de maneira menos intensa que em outras áreas da cidade. Na Lei de Uso e Ocupação dos Solos de 1996 e na lei que a consolida (2000)

toda a micro-bacia foi classificada como Zona de Adensamento Restrito (ZAR), onde a ocupação humana deve ser desincentivada, por não oferecer as melhores condições dentro do sítio urbano.

Analisando os aspectos de ocupação da micro-bacia e a condição atual de sua população, pode-se notar como a degradação ambiental da mesma está intimamente ligada as condições socioeconômicas de seus moradores.

ESTUDOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE RISCO: ABORDAGEM GEOGRÁFICA

Assim como em todo o município de Belo Horizonte, a expansão urbana acelerada na micro-bacia do Córrego da Abolição, após os anos 1950, e mais intensamente na década de 1970, ocorreu em detrimento da preservação das áreas sensíveis em termos hidrográficos e da estabilidade do terreno. A impermeabilização da superfície (asfaltamento), aliada a remoção da cobertura vegetal, levou ao aumento do escoamento superficial e à redução das áreas de infiltração. Por outro lado, existem algumas vias abertas e sem pavimento, expondo o solo aos processos erosivos e constituindo-se em áreas-fonte de sedimentos (figura 8). Como reflexo, em grande parte, da conjuntura social do país a população de baixa renda instalou-se em terrenos que hoje são protegidos legalmente: encostas de elevada declividade, nascentes e margens de cursos d'água, além de planícies de inundação.

Figura 8. A seta amarela indica uma via sem pavimento, constituindo-se como uma área fonte de sedimentos. A seta vermelha indica uma via pavimentada, que diminui a infiltração e concentra os fluxos pluviais em direção ao Córrego da Abolição.

Além dos impactos ambientais associados à ocupação de cabeceiras (poluição destas, remoção de mata ciliar etc.), ocupação das várzeas (figura 9), remoção da cobertura vegetal, erosão acelerada (figura 10) e assoreamento de cursos d'água, além de eventuais movimentos de massa, nota-se que a ocupação desordenada não foi devidamente acompanhada pela infraestrutura básica de serviços de saneamento. As rápidas transformações da paisagem e a poluição do solo e das águas por esgotos e resíduos sólidos agravam o quadro de baixa qualidade de vida da população e sua susceptibilidade a doenças. Apesar da existência de um sistema de coleta de lixo por caminhões e caçambas (onde os primeiros são inacessiveis), ainda assim, grandes quantidades de lixo são depositadas nos cursos d'água em quase toda a área da micro-bacia (figura 11).

Figura 9. As setas amarelas indicam casas situadas na planície de inundação. A seta vermelha indica o ponto onde o curso d'água entra na tubulação sob a rua.

Figura 10. A seta vermelha indica o desprendimento recente de material. Nota-se na seta amarela este material depositado. A seta preta mostra a residencia usando o substrato rochoso como alicerce.

Figura 11. As setas amarelas indicam ocupação na várzea, enquanto a seta vermelha mostra uma edificação muito próxima ao talvegue. Nota-se lixo dentro do curso-d'água.

Outro grande problema está associado aos movimentos de massa e aos focos erosivos. Sabe-se que as altas declividades, associadas aos condicionantes geológicos-geomorfológicos, são os fatores de maior relevância para o desencadeamento destes processos. Verificam-se áreas na bacia onde a declividade é acentuada, variando entre 30% e 47%, o que leva a necessidade de realizar edificações mediante técnicas de engenharia que não condizem com a realidade da população local (figura 12). Além destas, existem ocupações em áreas acima de 47%, sendo estas preservadas por lei. Observa-se também a

ocupação nas bordas de taludes naturais, que podem ser desestabilizados pelo peso exercido pelas próprias residências (figura 13).

Figura 12. Edificações em declividades acima de 30%. As setas vermelhas mostram pilares erguidos incoerentemente. A seta amarela indica um corte no talude. O peso da residência acima da seta amarela pode desestabilizar o talude, comprometendo as duas casas. A seta azul indica o vale do Córrego Dejanira Rodrigues.

Figura 13. A seta vermelha indica uma residência às bordas de um talude natural. A indicação em amarelo mostra a ruptura abrupta de nível, usando um poste como referência (aprox. 10 metros de altura). A seta azul indica o talvegue do Córrego da Abolição.

A geologia da região também apresenta um quadro de fragilidade, já que o substrato rochoso formado pelos ganisses de granulação grossa a muito grossa, muitas vezes origina um manto de intemperismo de textura arenosa, bastante susceptível aos processos erosivos. Seu contato com horizontes menos permeáveis, pode gerar descontinuidades que potencializam os riscos de movimentos de massa. As áreas de ocorrência de rochas metabásicas, apesar de serem mais resistentes aos processos erosivos aos gnaisses locais, possuem grande susceptibilidade aos movimentos de massa, por se apresentarem em blocos desagregados, com diversas descontinuidades.

Em termos geomorfológicos a bacia apresenta contextos variados, desde áreas mais estáveis, como as vertentes convexas típicas do complexo de Belo Horizonte, os topos arredondados e os patamares aplainados, ate feições que tendem a concentrar os fluxos de agua das vertentes, como trechos côncavos e um anfiteatro, tornando-os susceptíveis aos movimentos de massa e aos focos erosivos. As formações coluviais, por apresentarem descontinuidades texturais que influenciam na dinamica hídrica sub-superficial, também representam um fator de risco aos movimentos de massa. A conjugação destes elementos potencializa o risco de deslizamentos, causando perdas materiais e de vidas humanas.

Deve-se analisar todos os fatores que geram as fragilidades ambientais na micro-bacia em conjunto, para que se possa construir um quadro em que, a partir da sobreposição dos condicionantes, se possa identificar as áreas com riscos (enchentes, movimentos de massa e erosão) e quais os graus relativos. Para tal, a sobreposição das informações referentes a geologia, a geomorfologia e a declividade originaram um mapa de fragilidade ambiental (figura 14). Este documento agrega diversas informações e constitui-se em um mapa simplificado que pode orientar ações de intervenções pontuais, relativas aos riscos associados e aos seus respectivos graus de criticidade.

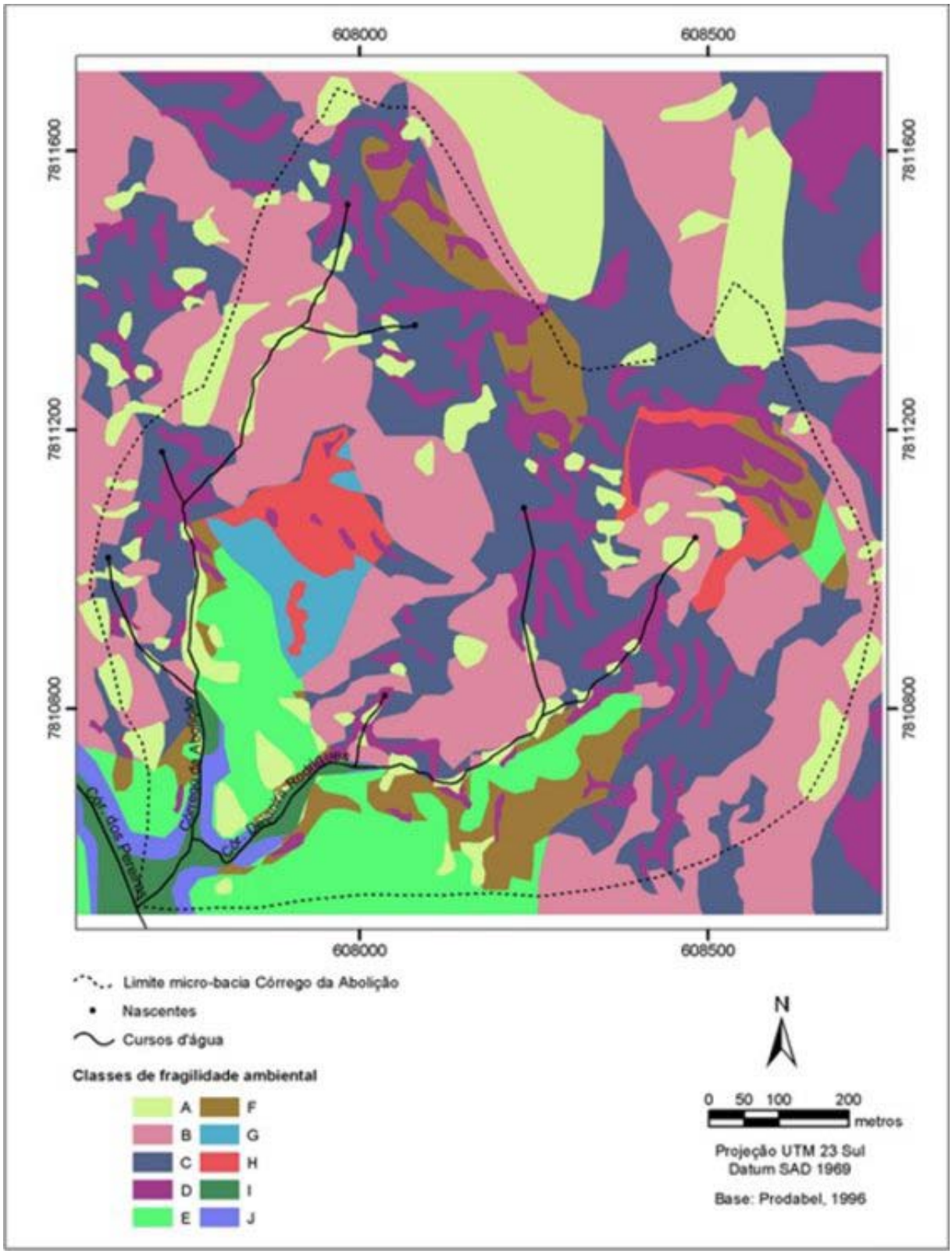

Figura 14. Fragiliade ambiental.

Quando uma área apresenta riscos para a ocupação humana, independente de quais sejam, esta não deveria ser ocupada. Isso não ocorreu na micro-bacia. Para diagnosticar estas áreas de risco, simplifica-se o mapa de fragilidade ambiental, criando um mapa de predisposição natural ao risco (figura 15) constituído de três classes: áreas preferenciais para a ocupação, as áreas onde a ocupação deve ser controlada e as áreas de proteção permanente.

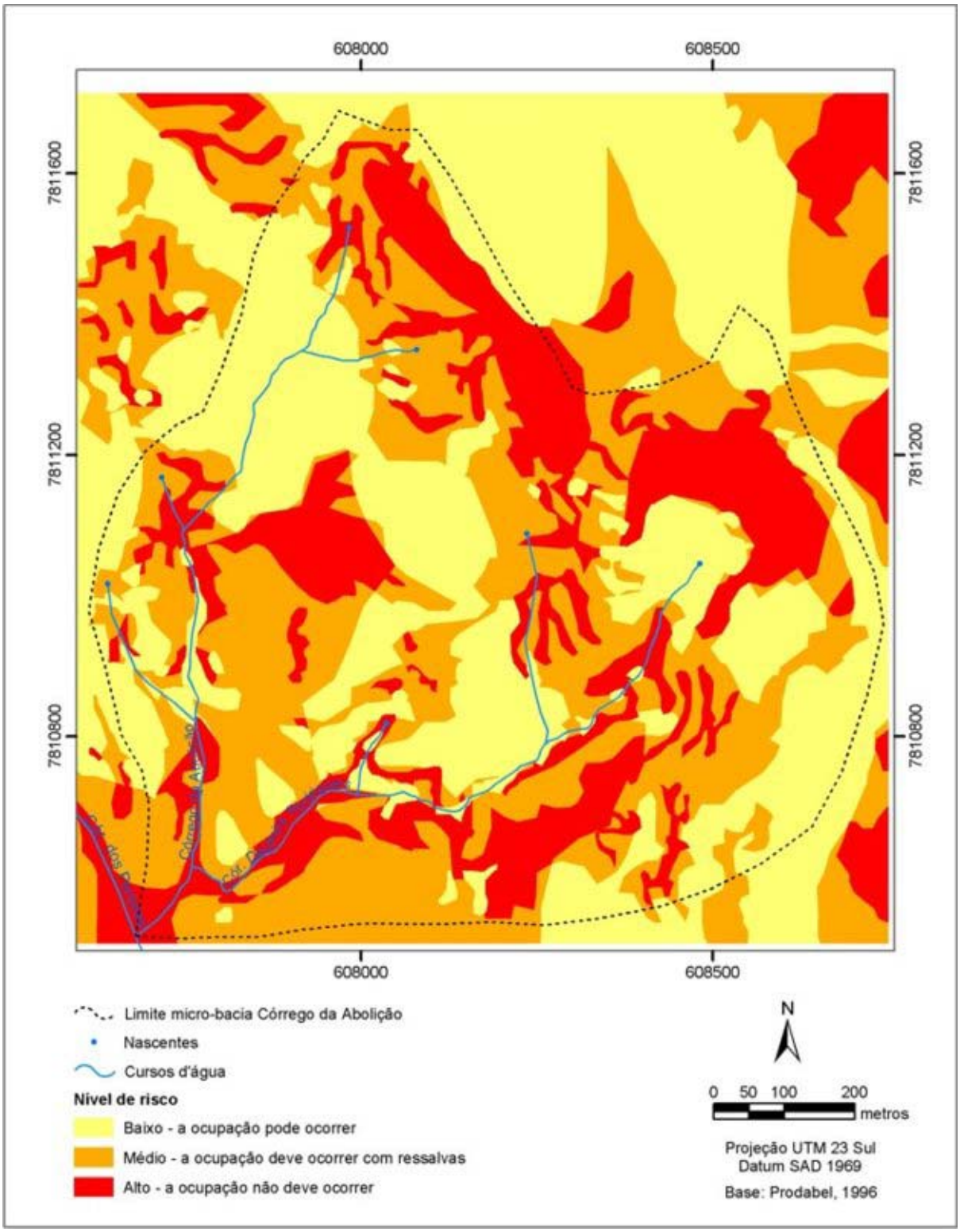

Figura 15. Predisposição natural ao risco.

Não é correto avaliar os fatores de risco apenas em critérios naturais. As características da ocupação são um indicador que deve ser contemplado, já que os riscos serão

eventualmente maiores onde houver maiores contingentes populacionais, maiores porcentagens de idosos e crianças em relação a população local, e maior presenca de edificações com condições inadequadas de construção e conservação. Com o "índice de risco" tem-se o objetivo de apontar quais setores censitários apresentam graus de riscos maiores que outros. Para fins de planejamento, este é um procedimento adequado, pois favorece as intervenções em setores mais sensíveis. Observa-se no mapa de índice de risco (figura 16), que as áreas com menor fator de risco são as ocupadas até a década de 1950, constituindo-se também como áreas de riscos físicos moderados. As áreas com piores indicadores foram as resultantes do ultimo parcelamento do terreno, após a década de 1980.

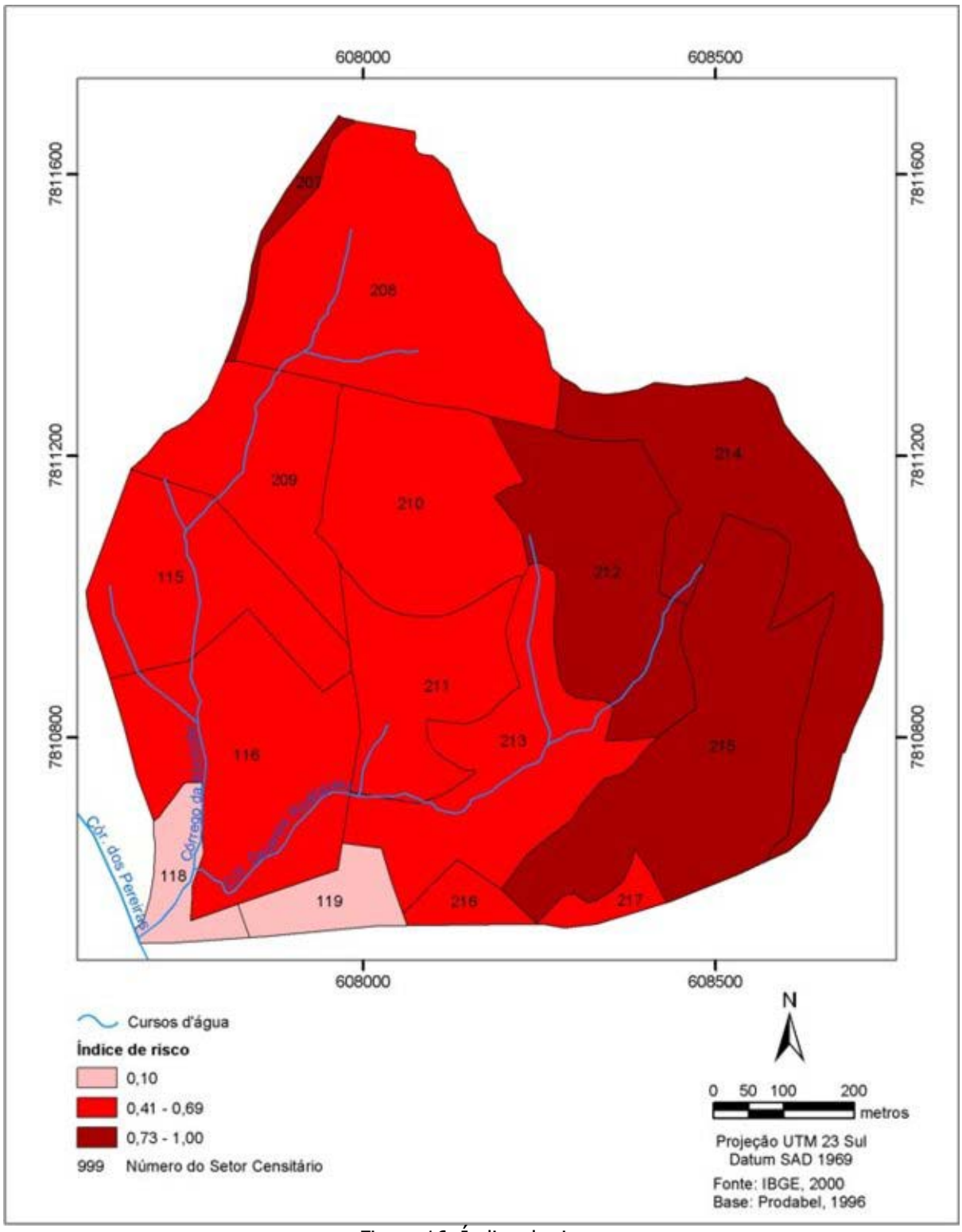

Figura 16. Índice de risco.

Finalmente deve-se associar os riscos naturais aos riscos antrópicos, para a obtenção de um mapa de risco final da micro-bacia (figura 17) que envolva os condicionantes naturais de risco do terreno, e as áreas onde existem residências inadequadas, com maior população vulnerável, para que as ações de intervenção sejam melhor direcionadas.

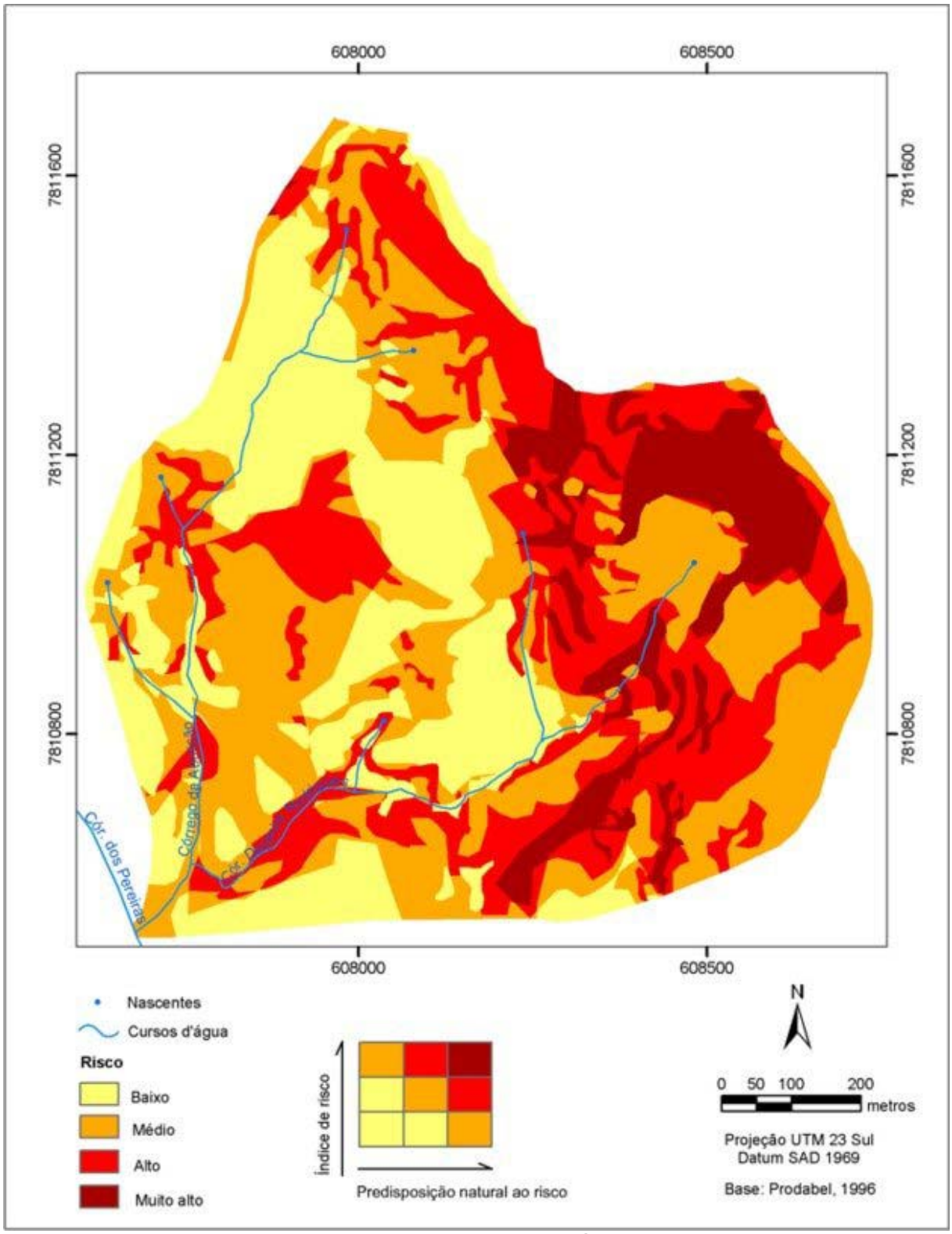

Figura 17. Risco final da micro-bacia do Córrego da Abolição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho demonstra os vários impactos negativos causados pela ocupação urbana, ao longo da segunda metade do século XX, na micro-bacia do Córrego da Abolição. Neste processo a cobertura vegetal foi quase totalmente retirada, os cursos d'água foram poluídos, áreas de risco foram, e estão, sendo ocupadas, a poluição tornou-se generalizada (resíduos sólidos e líquidos), dentre outros. A área apresenta-se atualmente como uma bacia hidrográfica altamente degradada e ocupada por uma população que, como resultado do processo de segregação espacial ocorrido em Belo Horizonte, sujeitou-se a ocupar área impróprias.

Esta degradação se deve, fundamentalmente, a uma gestão urbana inadequada, cabendo, portanto, aos órgãos governamentais implementar a legislação já existente, pois o seu cumprimento evitaria, por exemplo, a ocupação de nascentes e de áreas com elevado risco de movimentos de massa. Deve-se salientar que se a desapropriação de toda a população é inviável, algumas áreas deveriam ser desocupadas.

Tendo em vista minimizar os riscos locais, deve-se observar algumas medidas de educação e conscientização da população local em relação a convivência com os riscos, já que sua extinção não ocorrerá devido as características físicas existentes. A referida convivência adequada com os riscos envolvem, por exemplo, a conservação dos terrenos, a disposição adequada do lixo e a não realização de pequenas obras sem a supervisão de técnicos da Prefeitura. É o caso de aterros e cortes do terreno, os quais podem intensificar a fragilidade natural. A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte tem responsabilidade direta nestes processos, pois a micro-bacia está totalmente foram de conformidade com a Lei de Uso e Ocupação dos Solos Urbanos do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Flávio G. de e GUERRA, Antonio J. T. Erosão e Impactos a Ambientais na Cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: GUERRA, Antonio J.T. e CUNHA, Sandra B. (Org.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 101-129.

AUGUSTIN, Cristina H.R.R., SAADI, Allaoua. Avaliação Preliminar, Qualitativa, do Impacto Antrópico na Bacia do Córrego do Mergulhão – Pampulha, BH. IN: SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – MG, I, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: ABGE/IGC/UFMG, 1985, p. 261-287.

BELO HORIZONTE. Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município. **In: Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 1996.

BELO HORIZONTE. Lei nº 8.137, de 21 de dezembro de 2000. Consolida a lei nº 7.166, que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo do município de Belo Horizonte**. In: Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 2000.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em meio digital (CD-Rom).

SECRETARIA DA AGRICULTURA; SERVIÇO DE ESTATÍSTICA GERAL (Belo Horizonte, Mg). **Município de Belo Horizonte**. Rio de Janeiro, 1936. Carta Topográfica. Escala 1:20.000.

PLAMBEL, SECT, COPASA,CEMIG; CRUZEIRO, TERRAFOTO, PROSPEC (Belo Horizonte, Mg). **Venda Nova**. Belo Horizonte, 1977. Carta topográfica. Escala 1:25.000.

ROSS, Jurandyr L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contextos, 1996, 3ª edição, 85p.

SALGADO, André A. S. et al. Zoneamento Ambiental e Plano de Manejo da Bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito – Caeté/MG. **GeoUerj**, Riio de Janeiro, v. especial, p. 1985-2002, 2003.

SILVA, Adelbani B. et al. Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte. (Projeto Estudos Técnicos para o levantamento da carTa geológica de Belo Horizonte). **Relatório Final**. Belo Horizonte: PBH/SMPL/FUNDEP/IGC/UFMG – Departamento de Geologia, 1995, 150 p.